

КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ ПРОДУКЦИИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ЧЁРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ С УЧЁТОМ ИХ УГЛЕРОДНОГО СЛЕДА

УДК 338.4

В.В. Криворотов, д.э.н., проф.
В.Г. Лисиенко, д.т.н., проф.
Ю.Н. Чесноков, к.т.н., доц.
А.В. Лаптева, аспирантура

Аннотация. Парниковые газы, изменяющие климат Земли, в частности диоксид углерода, являются побочными продуктами и выбрасываются в атмосферу в огромных количествах на предприятиях чёрной металлургии. В данном докладе предприятия, на которых реализованы процессы с минимальной эмиссией диоксида углерода, названы конкурентоспособными. Рассматривается комплекс новых понятий – показатели конкурентоспособности металлургических предприятий по углеродному следу и с учетом энергозатрат.

Ключевые слова: Показатель конкурентоспособности, себестоимость, углеродный след, эмиссия, цепи переделов черной металлургии.

Abstract. The greenhouse gases changing climate of Earth, in particular carbon dioxide are by-products and are released into the atmosphere in large quantities at the enterprises of ferrous metallurgy. In this report of the enterprise on which processes with the minimum emission of carbon dioxide are realized, are called competitive. The complex of new concepts – indicators of competitiveness of the metallurgical enterprises for a carbon trace and taking into account energy consumption is considered.

Keywords: Competitiveness indicator, prime cost, carbon trace, issue, chains of repartitions of ferrous metallurgy.

Экологически чистая продукция пользуется повышенным спросом. В перечне важнейших экологических проблем выделяется проблема эмиссии парниковых газов, значительную часть «углеродных» газов составляет так называемый углеродный след: количество образованных углеродосодержащих газов – парниковых газов – в сквозном варианте в течение всего цикла производства той или иной продукции.

Экологические аспекты производства и углеродный след, в частности, относятся к прогрессивности применяемых технологий и уровню качества продукции. Нас интересует парниковая или «углеродная» конкурентоспособность продукции и связанные с ней показатели энергозатрат и себестоимости продукции.

Диоксид углерода образуется во всех технологических процессах металлургии при сжигании органического топлива, выгорании углерода из полуфабриката, разложении составляющих флюсов. Причем, различные технологические схемы характеризуются разными объемами образования диоксида углерода. По этим причинам сузим понятие углеродного следа и определим его как сквозную эмиссию диоксида углерода M_C .

Кроме эмиссии диоксида углерода, важным единичным показателем конкурентоспособности продукции является ее себестоимость. Расчет себестоимости сырой стали осложняется тем, что для расчетов наиболее доступны только схема с указанием расходов сырья и промежуточных продуктов. Состав и ставки обслуживающего персонала, стоимость оборудования, общепроизводственные и общехозяйственные расходы и т.д. могут отличаться в различных условиях. В работе [1] для черной металлургии приведены средние цифры на оплату труда, отчислений на социальные нужды, амортизационных отчислений и затрат на прочие нужды, которые в сумме составляют около $(25\div 30)\%$ от всех затрат (в среднем $0,275\%$). В данном анализе сделано допущение, что в среднем состав персонала одинаков для всех пар технологических цепочек. Другая проблема определения себестоимости сырой стали заключается в постоянном и нестабильном росте цен на сырье. Для наших целей, конечно же, имеет значение только соотношение этих цен. Третья особенность таких расчетов состоит в том, что рассматриваются два передела в цепи, следовательно, возникает необходимость определения трансфертных (внутренних расчетных) цен промежуточных продуктов, передаваемых с передела на передел. Принято, что эти цены в 1,3 раза выше себестоимости промежуточных продуктов.

За третий единичный показатель конкурентоспособности выбрана энергоемкость стали, представленная в виде технологического топливного числа (ТТЧ), измеряемого в кг условного топлива на т продукции (кг у.т./т прод.). ТТЧ определяется по формуле [2]:

$$\text{ТТЧ} = 1,1 \cdot 10^3 \cdot \frac{Q_{\text{н}}}{Q_{\text{у.т.}}}, \quad (1)$$

где $Q_{\text{н}}$ – низшая теплота сгорания топлива; $Q_{\text{у.т.}} = 29\,330$ кДж/кг – теплота сгорания условного топлива; 1,1 – коэффициент, учитывающий добычу, транспортировку и подготовку топлива; 10^3 – коэффициент, служащий для перевода размерности кг у.т./кг продукции в кг у.т./т продукции. Количество топлива, необходимое для реализации того или иного процесса, зависит от удельного расхода энергии (энергозатрат) на этот процесс и низшей теплоты сгорания топлива.

Выделим металлургические переделы, которые целесообразно исследовать. На выходе всех сочетаний переделов для сравнимости принят один и тот же продукт – сырая сталь. В настоящее время сталь выплавляется в электродуговых печах (ЭДП) или в кислородных конверторах. Для загрузки этих агрегатов могут быть использованы следующие материалы

- чугуны (доменная печь (ДП), Corex, Romelt);
- губчатое железо (Midrex, Hyl-III);
- железный лом[3].

В зависимости от процесса получения этих материалов будем анализировать следующие цепочки технологий как наиболее часто применяемые переделы на предприятиях чёрной металлургии для производства стали:

- 1) ДП + кислородный конвертер,
- 2) ДП + ЭДП,
- 3) Corex + ЭДП,
- 4) Romelt + ЭДП,
- 5) Midrex + ЭДП,
- 6) Hyl-III + ЭДП.

При выборе для анализа процессов первого передела были учтены следующие факторы. В мире 25 % губчатого железа (ГЖ) производится процессом Hyl-III. Процесс Midrex внедрен на Оскольском электрометаллургическом и Михайловском горно-обогатительном комбинатах. Агрегат Romelt был исследован в России. По результатам этих исследований опубликована подробная литература. Процесс Corex подробно описан в литературе по металлургии. По другим процессам нет достаточных сведений для проведения анализа.

Таким образом, для выбора соответствующего набора технологий имеется следующие единичные показатели конкурентоспособности: себестоимость стали, удельная эмиссия диоксида углерода, ТТЧ. Значения параметров не соизмеримы ни по величине, ни по размерности. Введем относительные величины единичных показателей конкурентоспособности K_i – оценки.

Единичный показатель конкурентоспособности по эмиссии диоксида углерода \mathcal{E}_i в i -м процессе определим отношением

$$K_1^i = \frac{\mathcal{E}_{\max} - \mathcal{E}^i}{\mathcal{E}_{\max}}. \quad (2)$$

За единичный показатель конкурентоспособности по себестоимости примем отношения себестоимости стали CC_i в i -м процессе к максимальной себестоимости

$$K_2^i = \frac{CC_{\max} - CC^i}{CC_{\max}}. \quad (3)$$

За единичный показатель конкурентоспособности по энергоемкости стали примем отношение энергоемкости стали ТТЧ _{i} в i -м процессе к максимальной энергоемкости ТТЧ_{max} = 1 000 кг у.т./т стали:

$$K_3^i = \frac{TTЧ_{\max} - TTЧ^i}{TTЧ_{\max}}. \quad (4)$$

Наибольшее значение этого показателя будет соответствовать наиболее конкурентоспособному товару. Выражение показателя конкурентоспособности по углеродному следу

$$K_{\mathcal{C}}^i = 0,5 \cdot K_1^i + 0,5 \cdot K_2^i, \quad (5)$$

при $W_1 + W_2 = 1$. Эти коэффициенты выбирает лицо, принимающее решение, в общем случае их значения неизвестны.

Показатель конкурентоспособности с учетом энергоемкости стали определится формулой:

$$K_{\mathcal{C}-\mathcal{E}}^i = 0,3 \cdot K_1^i + 0,5 \cdot K_2^i + 0,2 \cdot K_3^i. \quad (6)$$

Во всей совокупности процессов пара «ДП + конвертер» имеет максимальное значение себестоимости CC и эмиссии диоксида углерода \mathcal{E} . Однако, себестоимость продукции и эмиссия диоксида углерода в тех или иных технологических процессах зависят от многих факторов и не являются неизменными. По этой причине за максимальные значения параметров примем $\mathcal{E}_{max} = 3\,000$ кг/т продукции и $CC_{max} = 30\,000$ руб./т продукции.

В данном случае $max\,K$ характеризует предпочтительную технологическую цепочку, продукция которой будет наиболее конкурентоспособной. Назовем величину K показателем конкурентоспособности по углеродному следу сочетаний цепей технологических переделов производства стали, так как чем больше его значение, тем может быть выше конкурентоспособность стали на мировом рынке.

Выводы

1. Введен параметр $K_{\mathcal{E}}$ – показатель парниковой конкурентоспособности по углеродному следу цепей технологических переделов производства стали – и дана методика его определения.
2. Введен параметр $K_{\mathcal{E},\mathcal{E}}$ – показатель конкурентоспособности с учетом энергоемкости стали и по углеродному следу цепей технологических переделов производства стали – и дана методика его определения.

Список литературных источников

1. Финансы России. Стат. сб. / Госкомстат России. – М., 1998. – 246 с.
2. Лисиенко В.Г. Сравнительный эколого-парниковый анализ альтернативных бескоксовых процессов производства чугуна и стали / В.Г. Лисиенко, А.В. Лаптева, Ю.Н. Чесноков // Металлург, 2011, №7. С. 40 – 45.
3. Чесноков Ю.Н. Сквозная эмиссия диоксида углерода в тандеме процессов Corex и ЭДП (тезисы доклада) / Ю.Н. Чесноков, В.Г. Лисиенко, А.В. Лаптева // Сборник научных трудов всероссийской научно-практической конференции «Инженерная экология». Москва, 2011. С. 50 – 54.